レンチキュラーレンズシート

発　明　の　背　景

発明の分野

本発明は、映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートに関し、さらに詳しくは、カラーシフトを低減させることができるレンチキュラーレンズシートに関するものである。

関連技術の説明

大画面映像を表示する方法として、映像源としてのＲＧＢ３管のＣＲＴ（投射管）から出射された映像光を投射レンズにより背面投射型プロジェクションスクリーン（以下、「スクリーン」と略すこともある。）に拡大投射する方法が知られている。

具体的には例えば、図１に示すような背面投射型表示装置１０において、映像源としてのＲＧＢ３管のＣＲＴ１から出射された映像光が各投射レンズ２で拡大され、背面投射型プロジェクションスクリーン５のスクリーン面上に投射される。ここで、背面投射型プロジェクションスクリーン５は、フレネルレンズシート３とレンチキュラーレンズシート４とを有しており、各ＣＲＴ１から出射された映像光を背面側から観察者側へ向けて所望の視野角で出射する。

このような背面投射型プロジェクションスクリーン５において、ＲＧＢの各ＣＲＴ１は通常、緑色（Ｇ）用のＣＲＴ１がスクリーン正面に位置し、赤色（Ｒ）用のＣＲＴ１及び青色（Ｂ）用のＣＲＴ１がその両側に位置しているので、スクリーン正面に入射する映像光のうち緑色光（Ｇ）に対して赤色光（Ｒ）及び青色光（Ｂ）がスクリーンの法線に対して集中角θでスクリーンに入射することとなる。このため、背面投射型プロジェクションスクリーン５上に投影された映像の観察位置を左右に変えると、赤色光（Ｒ）及び青色光（Ｂ）の集中角θに起因して観察位置に応じてＲ又はＢの色が強くなり、スクリーン端部に色付が生じる。このような現象は「カラーシフト」と呼ばれており、その低減が望まれている。

このような現象に対しては従来から既に検討がなされており、例えば特開昭５８－５９４３６号公報では、レンチキュラーレンズシートの両面に形成されたレンズ要素の楕円面の離心率を、そのレンズ要素を構成する材料の屈折率の逆数にほぼ等しくなるように選定する技術が提案されている。また、特開昭６２－２８０７２９号公報、特開平２－１９０８３５号公報及び特開平５－１５０３７１号公報では、レンチキュラーレンズシートの両面に形成されたレンズ要素の形状を特定の数値範囲に限定する技術が提案されている。

なお、上述したカラーシフトは、映像光の集中角θが大きくなることにより顕著に見られるものであるが、最近におけるテレビの薄型化の傾向に伴って、集中角θは従来に増して大きくなる傾向にある。このため、上記特許公報等により従来提案されていたカラーシフトの低減技術ではその対応が難しくなってきており、カラーシフトの低減の要請に対して必ずしも十分に応えることができないという状況となっていた。

発　明　の　概　要

このような状況の下で、本発明者らが鋭意研究を進めた結果、レンチキュラーレンズシートのうち光出射側に配列された出射レンズ要素の形状が重要であり、この形状を制御することにより、従来において２０°～４０°の観察位置で過大であった青色光（Ｂ）の出射光量と、－２０°～－４０°で過大であった赤色光（Ｒ）の出射光量とを共に減らすことができることを見出した。

本発明はこのような知見に基づいてなされたものであり、その目的は、３管式の投射管等の映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートであって、カラーシフトを効果的に低減させることができるレンチキュラーレンズシートを提供することにある。

本発明は、その第１の解決手段として、映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートにおいて、光入射側に配列された複数の入射レンズ要素と、光出射側に配列された複数の出射レンズ要素とを備え、前記各入射レンズ要素を通過した光は当該各入射レンズ要素に対応する各出射レンズ要素の凸頂

点を通過するように集光され、前記各出射レンズ要素のレンズ中央部に位置するレンズ全幅の１／２幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式（１）～（４）、すなわち、

$y = a \times b^{-x} - e$　（$-L/4 \leqq x \leqq 0$）　…（１）

$y = a \times b^{x} - e$　（$0 \leqq x \leqq L/4$）　…（２）

$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4}$　…（３）

$1.0 \times 10^{24} < b < 1.0 \times 10^{25}$　…（４）

の条件を満たす曲線で表され、前記各出射レンズ要素のレンズ両側部に位置するレンズ全幅の１／４幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式（５）～（８）、すなわち、

$y = c \times d^{-x} - e$　（$-L/2 \leqq x \leqq -L/4$）　…（５）

$y = c \times d^{x} - e$　（$L/4 \leqq x \leqq L/2$）　…（６）

$3.0 \times 10^{-3} < c < 3.1 \times 10^{-3}$　…（７）

$2.7 \times 10^{9} < d < 4.0 \times 10^{9}$　…（８）

の条件を満たす曲線で表され、上記数式（１）～（８）において、前記各出射レンズ要素のレンズ面形状はｘ及びｙの座標軸上の曲線で表され、ｘは出射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって出射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、ｙは観察者側から映像源への方向を正とする座標軸であって出射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、Ｌは出射レンズ要素の両端部間の幅であり、ａ、ｂ、ｃ及びｄは係数であり、ｅは当該曲線とｙ座標軸との切片であって出射レンズ要素の高さに関係する係数であることを特徴とするレンチキュラーレンズシートを提供する。

本発明の第１の解決手段によれば、各入射レンズ要素により集光された光が通過する各出射レンズ要素において、そのレンズ中央部に位置するレンズ全幅の１／２幅の領域のレンズ面形状と、レンズ両側部に位置するレンズ全幅の１／４幅の領域のレンズ面形状とが異なり、かつ、それぞれのレンズ面形状が上記数式（１）～（８）の条件を満たす曲線で表されているので、出射レンズ要素のレンズ面に斜めに入射した光（赤色光（Ｒ）及び青色光（Ｂ））の出射光量を効果的に分散させることができる。このため、従来において２０°～４０°の観察位置

で過大であった青色光（Ｂ）の出射光量と、－２０°～－４０°で過大であった赤色光（Ｒ）の出射光量とを共に減らすことができ、その結果、光量が過大なところと少ないところとの間のバランスを改善して、カラーシフトを低減することができる。

本発明は、その第２の解決手段として、映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートにおいて、光入射側に配列された複数の入射レンズ要素と、光出射側に配列された複数の出射レンズ要素とを備え、前記各入射レンズ要素を通過した光は当該各入射レンズ要素に対応する各出射レンズ要素の凸頂点を通過するように集光され、前記各出射レンズ要素のレンズ中央部に位置するレンズ全幅の１／２幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式（１）～（４）、すなわち

$y = a \times b^{-x} - e$　（$-L/4 \leqq x \leqq 0$）　…（１）

$y = a \times b^{x} - e$　（$0 \leqq x \leqq L/4$）　…（２）

$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4}$　…（３）

$1.0 \times 10^{24} < b < 1.0 \times 10^{25}$　…（４）

の条件を満たす曲線で表され、前記各出射レンズ要素のレンズ両側部に位置するレンズ全幅の１／４幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式（９）～（１２）、すなわち、

$y = c \times d^{-x} - e$　（$-L/2 \leqq x \leqq -L/4$）　…（９）

$y = c \times d^{x} - e$　（$L/4 \leqq x \leqq L/2$）　…（１０）

$3.4 \times 10^{-3} < c < 3.5 \times 10^{-3}$　…（１１）

$1.3 \times 10^{9} < d < 2.0 \times 10^{9}$　…（１２）

の条件を満たす曲線で表され、上記数式（１）～（４）及び（９）～（１２）において、前記各出射レンズ要素のレンズ面形状はｘ及びｙの座標軸上の曲線で表され、ｘは出射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって出射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、ｙは観察者側から映像源への方向を正とする座標軸であって出射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、Ｌは出射レンズ要素の両端部間の幅であり、ａ、ｂ、ｃ及びｂは係数であり、ｅは当該曲線とｙ座標軸と

の切片であって出射レンズ要素の高さに関係する係数であることを特徴とするレンチキュラーレンズシートを提供する。

本発明の第２の解決手段によれば、各入射レンズ要素により集光された光が通過する各出射レンズ要素において、そのレンズ中央部に位置するレンズ全幅の１／２幅の領域のレンズ面形状と、レンズ両側部に位置するレンズ全幅の１／４幅の領域のレンズ面形状とが異なり、かつ、それぞれのレンズ面形状が上記数式（１）～（４）及び（９）～（１２）の条件を満たす曲線で表されているので、出射レンズ要素のレンズ面において斜めから入射した赤色光（Ｒ）及び青色光（Ｂ）を約５％以内の範囲で全反射させることができる。このため、従来において２０°～４０°の観察位置で過大であった青色光（Ｂ）の出射光量と、－２０°～－４０°で過大であった赤色光（Ｒ）の出射光量とを共に効果的に減らすことができ、その結果、光量が過大なところと少ないところとの間のバランスを改善して、カラーシフトを低減することができる。また、角度が±４０°以上の投射光（赤色光（Ｒ）及び青色光（Ｂ））の色の反転をなくすことができる。

なお、上述した本発明の第１及び第２の解決手段において、前記各入射レンズ要素は、そのレンズ面形状がレンズ全幅に亘って同一の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

具体的には、前記各入射レンズ要素のレンズ面形状は、以下の数式（１３）～（１６）、すなわち、

$$y' = mx'^{4} + nx'^{2} + o \quad (-L'/2 \leqq x \leqq L'/2) \quad \cdots (13)$$

$$-5.5 \leqq m \leqq -10.7 \quad \cdots (14)$$

$$-2.0 \leqq n \leqq -2.5 \quad \cdots (15)$$

$$0.160 \leqq o \leqq 0.200 \quad \cdots (16)$$

の条件を満たす曲線で表され、上記数式（１３）～（１６）において、前記各入射レンズ要素のレンズ面形状はｘ′及びｙ′の座標軸上の曲線で表され、ｘ′は入射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって入射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、ｙ′は観察者側から映像源への方向を正とする座標軸であって入射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、Ｌ′は入射レンズ要素の両端部間の幅であり、ｍ及びｎは係数であり、ｏは当該曲線とｙ′座標軸との切片であっ

て入射レンズ要素の高さに関係する係数であることが好ましい。

また、上述した本発明の第１及び第２の解決手段において、前記映像源は赤色、緑色及び青色用の３管式の投射管であるとよい。さらに、前記レンチキュラーレンズシートの出光特性のゲインチャートにおける赤色光のゲインG_Rと青色光のゲインG_Bとの割合（$20\times\log_{10}(G_R/G_B)$）を縦軸にしたカラーシフト曲線において、角度±４５°以内で５．０ｄＢ以下のゲインとなることが好ましい。

図面の簡単な説明

図１は、本発明の一実施の形態に係るレンチキュラーレンズシートを備えた背面投射型プロジェクションスクリーンが組み込まれる背面投射型表示装置の一般的な構成例を示す図である。

図２は、本発明の一実施の形態に係るレンチキュラーレンズシートの入射レンズ要素及び出射レンズ要素の形状を説明するための図である。

図３Ａは、図２に示すレンチキュラーレンズシートのうち出射レンズ要素のレンズ面形状の詳細を説明するための図である。

図３Ｂは、図２に示すレンチキュラーレンズシートのうち入射レンズ要素のレンズ面形状の詳細を説明するための図である。

図４Ａ、図４Ｂ及び図４Ｃはそれぞれ、実施例１、２及び比較例１に係るレンチキュラーレンズシートにおける出光特性を示すグラフである。

図５Ａ、図５Ｂ及び図５Ｃはそれぞれ、実施例１、２及び比較例１に係るレンチキュラーレンズシートにおけるカラーシフト特性を示すグラフである。

好ましい実施の形態の詳細な説明

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

まず、図１により、本発明の一実施の形態に係るレンチキュラーレンズシートを備えた背面投射型プロジェクションスクリーンが組み込まれる背面投射型表示装置の全体構成について説明する。

図１に示すように、背面投射型表示装置１０は、映像源としてのＲＧＢ３管のＣＲＴ１と、各ＣＲＴ１から出射された映像光を拡大する複数の投射レンズ２と、各投射レンズ２により拡大された映像光が投射される背面投射型プロジェクショ

ンスクリーン５とを備えている。ここで、背面投射型プロジェクションスクリーン５は、フレネルレンズシート３とレンチキュラーレンズシート４とを有しており、各ＣＲＴ１から出射された映像光が背面側から観察者側へ向けて所望の視野角で出射されるようになっている。なお、フレネルレンズシート３は、背面側から入射した映像光を偏向させて観察者側へ向けて出射するためのレンズ要素である。また、レンチキュラーレンズシート４は、フレネルレンズシート３から出射された映像光を所定の角度で水平方向及び垂直方向に分散させることで所望の視野角に広げるためのレンズ要素である。

なお、このような背面投射型プロジェクションスクリーン５において、ＲＧＢの各ＣＲＴ１は、緑色（Ｇ）用のＣＲＴ１がスクリーン正面に位置し、赤色（Ｒ）用のＣＲＴ１及び青色（Ｂ）用のＣＲＴ１がその両側に位置するようになっており、スクリーン正面に入射する映像光のうち緑色光（Ｇ）に対して赤色光（Ｒ）及び青色光（Ｂ）がスクリーンの法線に対して集中角θでスクリーンに入射するようになっている。

次に、図２により、図１に示す背面投射型プロジェクションスクリーン５に使用されるレンチキュラーレンズシート４について説明する。

図２に示すように、レンチキュラーレンズシート４は、光入射側に配列された複数の入射レンズ要素２１と、光出射側に配列された複数の出射レンズ要素２２とを有しており、各入射レンズ要素２１を通過した光が当該各入射レンズ要素２１に対応する各出射レンズ要素２２の凸頂点を通過するように集光されるようになっている。また、レンチキュラーレンズシート４のうち出射レンズ要素２２の側には、その出射レンズ要素２２と交互に配列された光吸収層２３が形成されている。なお、図２において、符号ｈは入射レンズ要素２１の高さ（厚さ）、符号ｆは入射レンズ要素２１の焦点距離、符号Ｔはレンチキュラーレンズシート４の実効厚さ、Ｌは出射レンズ要素２２の両端部間の幅を示している。

ここで、出射レンズ要素２２は、そのレンズ面形状が特徴的な形状を有している。以下、図３Ａにより、出射レンズ要素２２のレンズ面形状の詳細について説明する。

図３Ａに示すように、出射レンズ要素２２のレンズ面形状は、所定の座標系上

の曲線として表される。図３Ａにおいて、符号ｘは、出射レンズ要素２２の両端部２４、２５を通過する座標軸であって出射レンズ要素２２の幅方向の座標軸を表している。符号ｙは、観察者側から映像源（ＣＲＴ１）への方向を正とする座標軸であって出射レンズ要素２２の凸頂点２６を通過する座標軸を表している。また、図３Ａにおいて、（０，０）は、ｘ座標軸及びｙ座標軸の原点（交点）であり、符号Ｌは、出射レンズ要素２２の両端部２４、２５間の幅である。なお、符号Ｃは、出射レンズ要素２２のレンズ中央部に位置するレンズ全幅Ｌの２分の１幅（Ｌ／２）の領域を示すものである。また、符号Ｓは、出射レンズ要素２２のレンズ両側部に位置するレンズ全幅Ｌの４分の１幅（Ｌ／４）の領域を示すものである。すなわち、この領域Ｓは、両端部２４、２５から凸頂点２６に向かって４分の１幅（Ｌ／４）の大きさを有する領域である。

ここで、本実施の形態に係るレンチキュラーレンズシート４においては、このような各出射レンズ要素２２に関して、レンズ中央部の領域Ｃのレンズ面形状と、レンズ両側部の領域Ｓのレンズ面形状とが特徴的な形状を持つことを特徴としている。

（出射レンズ要素の第１の態様）

具体的には、レンチキュラーレンズシート４は、第１の態様として、各出射レンズ要素２２が次のようなレンズ面形状を持つことが好ましい。

すなわち、第１の態様においては、図３Ａに示すｘ－ｙ座標系において、各出射レンズ要素２２のレンズ中央部に位置するレンズ全幅Ｌの１／２幅（Ｌ／２）の領域Ｃのレンズ面形状は、以下の数式（１）～（４）、すなわち、

$$y = a \times b^{-x} - e \quad (-L/4 \leqq x \leqq 0) \quad \cdots (1)$$

$$y = a \times b^{x} - e \quad (0 \leqq x \leqq L/4) \quad \cdots (2)$$

$$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4} \quad \cdots (3)$$

$$1.0 \times 10^{24} < b < 1.0 \times 10^{25} \quad \cdots (4)$$

の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

また、各出射レンズ要素２２のレンズ両側部に位置するレンズ全幅Ｌの１／４幅（Ｌ／４）の領域Ｓのレンズ面形状は、以下の数式（５）～（８）、すなわち、

$$y = c \times d^{-x} - e \quad (-L/2 \leqq x \leqq -L/4) \quad \cdots (5)$$

$y = c \times d^{x} - e$　（L／4≦x≦L／2）　…（6）

$3.0 \times 10^{-3} < c < 3.1 \times 10^{-3}$　…（7）

$2.7 \times 10^{9} < d < 4.0 \times 10^{9}$　…（8）

の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

なお、上記数式（1）～（8）において、a、b、c及びdは、各領域でのレンズ面形状を特定するための係数であり、この第1の態様では、その係数が上記の範囲内にあるようにすることにより、上述の効果を奏することができる。なお、係数a、b、c及びdが上記の範囲外にある場合には、期待した効果を奏することができないことがある。また、上記数式（1）（2）（5）（6）において、eは、レンズ面形状を表す曲線とy座標軸との切片を示すものであり（図3A参照）、出射レンズ要素22の高さに関係する係数である。なお、出射レンズ要素22の幅Lは、0.15～0.46mmであることが好ましい。

このように本実施の形態に係るレンチキュラーレンズシート4の第1の態様によれば、各入射レンズ要素21により集光された投射光が通過する各出射レンズ要素22において、そのレンズ中央部に位置するレンズ全幅Lの1／2幅（L／2）の領域Cのレンズ面形状と、レンズ両側部に位置するレンズ全幅Lの1／4幅（L／4）の領域Sのレンズ面形状とが異なり、かつ、それぞれのレンズ面形状が上記数式（1）～（8）の条件を満たす曲線で表されているので、出射レンズ要素22のレンズ面に斜めに入射した投射光（赤色光（R）及び青色光（B））の出射光量を効果的に分散させることができる。このため、従来において20°～40°の観察位置で過大であった青色光（B）の出射光量と、－20°～－40°で過大であった赤色光（R）の出射光量とを共に減らすことができ、その結果、光量が過大なところと少ないところとの間のバランスを改善して、カラーシフトを低減することができる。なお、各出射レンズ要素22のレンズ面形状が上記数式（1）～（8）の条件を満たす曲線で表されない場合には、このような効果を奏することができなくなり、従来と同様にカラーシフトの問題が生じてしまう。

（出射レンズ要素の第2の態様）

なお、上記第1の態様では、レンチキュラーレンズシート4の各出射レンズ要

素２２のレンズ面形状が上記数式（１）～（８）の条件を満たす曲線で表されているが、レンチキュラーレンズシート４の第２の態様として、各出射レンズ要素２２が次のようなレンズ面形状を持っていてもよい。なお、第２の態様は、レンズ両側部の領域Ｓのレンズ面形状が異なる点を除いて、他は上記第１の態様と同一である。

すなわち、第２の態様においては、図３Ａに示すｘ－ｙ座標系において、各出射レンズ要素２２のレンズ中央部に位置するレンズ全幅Ｌの１／２幅（Ｌ／２）の領域Ｃのレンズ面形状は、以下の数式（１）～（４）、すなわち、

$y = a \times b^{-x} - e$　（$-L/4 \leqq x \leqq 0$）　…（１）

$y = a \times b^{x} - e$　（$0 \leqq x \leqq L/4$）　…（２）

$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4}$　…（３）

$1.0 \times 10^{24} < b < 1.0 \times 10^{25}$　…（４）

の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

また、各出射レンズ要素２２のレンズ両側部に位置するレンズ全幅Ｌの１／４幅（Ｌ／４）の領域Ｓのレンズ面形状は、以下の数式（９）～（１２）、すなわち、

$y = c \times d^{-x} - e$　（$-L/2 \leqq x \leqq -L/4$）　…（９）

$y = c \times d^{x} - e$　（$L/4 \leqq x \leqq L/2$）　…（１０）

$3.4 \times 10^{-3} < c < 3.5 \times 10^{-3}$　…（１１）

$1.3 \times 10^{9} < d < 2.0 \times 10^{9}$　…（１２）

の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

なお、上記数式（１）～（４）及び（９）～（１２）において、ａ、ｂ、ｃ及びｄは、上記第１の態様の場合と同様に、各領域Ｃ、Ｓでのレンズ面形状を特定するための係数であり、この第２の態様では、その係数が上記の範囲内にあるようにすることにより、上述の効果を奏することができる。なお、係数ａ、ｂ、ｃ及びｄが上記の範囲外にある場合には、期待した効果を奏することができないことがある。また、上記数式（１）（２）（９）（１０）において、ｅは、上記第１の態様の場合と同様に、レンズ面形状を表す曲線とｙ座標軸との切片を示すものであり（図３Ａ参照）、出射レンズ要素２２の高さに関係する係数である。

このように本実施の形態に係るレンチキュラーレンズシート４の第２の態様によれば、各入射レンズ要素２１により集光された光が通過する各出射レンズ要素２２において、そのレンズ中央部に位置するレンズ全幅Ｌの１／２幅（Ｌ／２）の領域Ｃのレンズ面形状と、レンズ両側部に位置するレンズ全幅Ｌの１／４幅（Ｌ／４）の領域Ｓのレンズ面形状とが異なり、かつ、それぞれのレンズ面形状が上記数式（１）～（４）及び（９）～（１２）の条件を満たす曲線で表されているので、出射レンズ要素２２のレンズ面において斜めから入射した赤色光（Ｒ）及び青色光（Ｂ）を約５％以内の範囲で全反射させることができる。このため、従来において２０°～４０°の観察位置で過大であった青色光（Ｂ）の出射光量と、－２０°～－４０°で過大であった赤色光（Ｒ）の出射光量とを共に効果的に減らすことができ、その結果、光量が過大なところと少ないところとの間のバランスを改善して、カラーシフトを低減することができる。また、角度が±４０°以上の投射光（赤色光（Ｒ）及び青色光（Ｂ））の色の反転をなくすことができる。なお、各出射レンズ要素２２のレンズ面形状が上記数式（１）～（４）及び（９）～（１２）の条件を満たす曲線で表されない場合には、このような効果を奏することができなくなり、従来と同様にカラーシフトの問題が生じてしまう。

なお、入射レンズ要素２１は、そのレンズ面形状がレンズ全幅に亘って同一の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

具体的には、図３Ｂに示すように、各入射レンズ要素２１のレンズ面形状は、以下の数式（１３）～（１６）、すなわち、

$$y' = mx'^{4} + nx'^{2} + o \quad (-L'/2 \leqq x \leqq L'/2) \quad \cdots (13)$$

$$-5.5 \leqq m \leqq -10.7 \quad \cdots (14)$$

$$-2.0 \leqq n \leqq -2.5 \quad \cdots (15)$$

$$0.160 \leqq o \leqq 0.200 \quad \cdots (16)$$

の条件を満たす曲線で表されることが好ましい。

なお、図３Ｂにおいて、符号ｘ′は、入射レンズ要素２１の両端部２４′、２５′を通過する座標軸であって入射レンズ要素２１の幅方向の座標軸を表している。符号ｙ′は、観察者側から映像源（ＣＲＴ１）への方向を正とする座標軸で

あって入射レンズ要素２１の凸頂点２６′を通過する座標軸を表している。また、図３Ｂにおいて、（０，０）は、ｘ′座標軸及びｙ′座標軸の原点（交点）であり、符号Ｌ′は、入射レンズ要素２１の両端部２４′、２５′間の幅である。なお、ｍ及びｎは係数であり、ｏは当該曲線とｙ′座標軸との切片であって入射レンズ要素２１の高さに関係する係数である。なお、入射レンズ要素２１の幅Ｌ′は、０．３５～０．７２ｍｍであることが好ましい。

（レンチキュラーレンズシートの出光特性）

以上において、レンチキュラーレンズシート４の出光特性は、図４Ａ、図４Ｂ及び図４Ｃに示すようなゲインチャートにより評価することができる。ここで、ゲインチャートとは、スクリーンに対する視野角（横軸）とそのときのゲイン（縦軸）との関係を示す図である。なお、ゲインとは、スクリーンの後方から各色の光線を入射させ、前方に出てくる各色の光の輝度の角度分布を測定した上で、スクリーンにおける照度と各々の輝度とから「ゲインＧ＝π×輝度（ｃｄ／m^2）／照度（ｌｘ）の関係式により求めたものである。本発明で問題となるカラーシフトの低減の効果は、このゲインチャートから評価することができ、各色の曲線が互いに近付いているほどカラーシフトが低減されていることを示すこととなる。なお、図４Ａ、図４Ｂ及び図４Ｃの詳細については後述する実施例において詳細に述べる。

また、レンチキュラーレンズシート４におけるカラーシフト特性については、図５Ａ、図５Ｂ及び図５Ｃに示すようなカラーシフト曲線により評価することができる。ここで、カラーシフト曲線とは、スクリーンに対する視野角（横軸）にに対して、縦軸を$20\times\log_{10}(G_R/G_B)$で表した図である。なお、$G_R$は赤色光（Ｒ）のゲイン、$G_B$は青色光（Ｂ）のゲインであり、$G_R/G_B$は、各角度における赤色光（Ｒ）のゲインと青色光（Ｂ）のゲインとの割合である。なお、図５Ａ、図５Ｂ及び図５Ｃに示すカラーシフト曲線において、好ましいカラーシフトの低減効果を示す程度は、±４５°以内で、５．０ｄＢ以下であることが好ましい。なお、図５Ａ、図５Ｂ及び図５Ｃの詳細については後述する実施例において詳細に述べる。

（背面投射型プロジェクションスクリーン）

なお、上述した本実施の形態に係るレンチキュラーレンズシート４は、図１に示すように、フレネルレンズシート３や、外光反射を防止するための前面シート（図示せず）等の各種のシートと複合させることにより背面投射型プロジェクションスクリーン５として構成される。ここで、フレネルレンズシート３や前面シート（図示せず）については、その構造や種類等は特に限定されず、従来から使用されている各種のものを用いることができる。その結果、カラーシフトの低減を実現した背面投射型プロジェクションスクリーンを提供することができることとなり、映像源としてＲＧＢ３管のＣＲＴが用いられる最近の薄型タイプの背面投射型プロジェクションスクリーンとして効果的に使用することが可能である。

実　　施　　例

次に、上述した実施の形態の具体的実施例について述べる。

（実施例１）

実施例１に係るレンチキュラーレンズシートとして、次のようなものを準備した。すなわち、出射レンズ要素のレンズ中央部の領域におけるレンズ面形状が、$y=a\times b^{-x}-0.049$（$-L/4\leqq x\leqq 0$）、$y=a\times b^{x}-0.049$（$0\leqq x\leqq L/4$）の曲線で表されるものとし、係数ａ、ｂを、$a=3.2\times10^{-4}$、$b=5.0\times10^{24}$とした。また、出射レンズ要素のレンズ両側部の領域におけるレンズ面形状が、$y=c\times d^{-x}-0.049$（$-L/2\leqq x\leqq -L/4$）、$y=c\times d^{x}-0.049$（$L/4\leqq x\leqq L/2$）で表されるものとし、係数ｃ、ｄを、$c=3.05\times10^{-3}$、$d=3.0\times10^{9}$とした。なお、出射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ（Ｌ＝０．２６ｍｍ）とした。また、レンチキュラーレンズシートの光出射側には、出射レンズ要素とともに、入射レンズ要素による非集光部に光吸収層を設けた。

一方、レンチキュラーレンズシートの光入射側には、平面視で上下方向に延びるシルンドリカルレンズ状の入射レンズ要素が平面視で左右方向に一定ピッチで配列されるようにした。ここで、入射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ（０．５２ｍｍ）で、$y=-6.9x^{4}-2.4x^{2}+0.2$で近似される形状を持つものとした。また、入射レンズ要素は、その高さｈが１６０～２００μｍの範囲内で、かつ、出射レンズ要素との組合せに基づく水平拡散角（αＨ）が

３４°以上となるものであるものが好ましく用いられる。この実施例１に係るレンチキュラーレンズシートでは、入射レンズ要素の高さｈは１９０μｍとし、水平拡散角（αＨ）は３７°とした。

さらに、シートの実効厚さＴ（入射レンズ要素のレンズ面と出射レンズ要素のレンズ面の頂部間距離）は０．６５ｍｍとした。ここで、この実効厚さＴは、入射レンズ要素による緑色光（Ｇ）に対しての焦点距離ｆの０．９３倍であった。

（実施例２）

実施例２に係るレンチキュラーレンズシートとして、次のようなものを準備した。すなわち、出射レンズ要素のレンズ中央部の領域におけるレンズ面形状が、$y=a\times b^{-x}-0.049$（$-L/4\leqq x\leqq 0$）、$y=a\times b^{x}-0.049$（$0\leqq x\leqq L/4$）の曲線で表されるものとし、係数ａ、ｂを、$a=3.0\times 10^{-4}$、$b=5.0\times 10^{24}$とした。また、出射レンズ要素のレンズ両側部の領域におけるレンズ面形状が、$y=c\times d^{-x}-0.049$（$-L/2\leqq x\leqq -L/4$）、$y=c\times d^{x}-0.049$（$L/4\leqq x\leqq L/2$）で表されるものとし、係数ｃ、ｄを、$c=3.45\times 10^{-3}$、$d=1.5\times 10^{9}$とした。なお、出射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ（Ｌ＝０．２６ｍｍ）とした。また、レンチキュラーレンズシートの光出射側には、出射レンズ要素とともに、入射レンズ要素による非集光部に光吸収層を設けた。

一方、レンチキュラーレンズシートの光入射側には、実施例１と同様に、平面視で上下方向に延びるシルンドリカルレンズ状の入射レンズ要素が平面視で左右方向に一定ピッチで配列されるようにした。ここで、入射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ（０．５２ｍｍ）で、$y=-6.9x^{4}-2.3x^{2}+0.2$で近似される形状を持つものとした。入射レンズ要素のその他の条件は基本的に実施例１と同一であり、入射レンズ要素の高さｈは１９０μｍとし、水平拡散角（αＨ）は３７°とした。

さらに、シートの実効厚さＴ（入射レンズ要素のレンズ面と出射レンズ要素のレンズ面の頂部間距離）は０．６５ｍｍとした。ここで、この実効厚さＴは、入射レンズ要素による緑色光（Ｇ）に対しての焦点距離ｆの０．９３倍であった。

（比較例１）

比較例１に係るレンチキュラーレンズシートとして、次のようなものを準備した。すなわち、出射レンズ要素のレンズ中央部の領域におけるレンズ面形状が、$y=a\times b^{-x}-0.049$（$-L/4\leqq x\leqq 0$）、$y=a\times b^{x}-0.049$（$0\leqq x\leqq L/4$）の曲線で表されるものとし、係数ａ、ｂを、$a=1.1\times 10^{-3}$、$b=2.0\times 10^{1.3}$とした。また、出射レンズ要素の両側部におけるレンズ面形状が、$y=c\times d^{-x}-0.049$（$-L/2\leqq x\leqq -L/4$）、$y=c\times d^{x}-0.049$（$L/4\leqq x\leqq L/2$）で表されるものとし、係数ｃ、ｄを、$c=5.0\times 10^{-3}$、$d=6.0\times 10^{9}$とした。なお、出射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ（Ｌ＝０．２６ｍｍ）とした。また、レンチキュラーレンズシートの光出射側には、出射レンズ要素とともに、入射レンズ要素による非集光部に光吸収層を設けた。

一方、レンチキュラーレンズシートの光入射側には、実施例１及び２と同様に、平面視で上下方向に延びるシルンドリカルレンズ状の入射レンズ要素が平面視で左右方向に一定ピッチで配列されるようにした。ここで、入射レンズ要素のレンズ面形状は、全て一定ピッチ（０．５２ｍｍ）で、$y=-6.9x^{4}-2.3x^{2}+0.2$で近似される形状を持つものとした。入射レンズ要素のその他の条件は基本的に実施例１及び２と同一であり、入射レンズ要素の高さｈは１９０μｍとし、水平拡散角（αＨ）は３７°とした。

さらに、シートの実効厚さＴ（入射レンズ要素のレンズ面と出射レンズ要素のレンズ面の頂部間距離）は０．６５ｍｍとした。ここで、この実効厚さＴは、入射レンズ要素による緑色光（Ｇ）に対しての焦点距離ｆの０．９３倍であった。

（評価結果）

実施例１、２及び比較例１に係るレンチキュラーレンズシートに対して、ＲＧＢ３管のＣＲＴから出射された映像光を投射して、その特性を評価した。なお、ＲＧＢの各ＣＲＴは、緑色（Ｇ）用のＣＲＴがスクリーン正面に位置し、赤色（Ｒ）用のＣＲＴ及び青色（Ｂ）用のＣＲＴがその両側に位置するようにし、緑色光（Ｇ）に対して赤色光（Ｒ）及び青色光（Ｂ）がスクリーンの法線に対して集中角（θ＝１１．３°）でスクリーンに入射するようにした。

実施例１に係るレシチキュラーレンズシートについてのゲインチャート（出射

光量グラフ）及びカラーシフト曲線を、図４Ａ及び図５Ａにそれぞれ示した。図４Ａ及び図５Ａから明らかなように、実施例１に係るレンチキュラーレンズシートでは、比較例１に係るレンチキュラーレンズシートに比べて、光量の多いところと少ないところとのバランスが良く、２０°～４０°及び－２０°～－４０°の観察位置のところでのカラーシフトが改善されていることが分かった。

実施例２に係るレンチキュラーレンズシートについてのゲインチャート（出射光量グラフ）及びカラーシフト曲線を、図４Ｂ及び図５Ｂにそれぞれ示した。図４Ｂ及び図５Ｂから明らかなように、実施例２に係るレンチキュラーレンズシートでは、比較例１に係るレンチキュラーレンズシートに比べて、光量の多いところと少ないところとのバランスが良く、２０°～４０°及び－２０°～－４０°の観察位置のところでのカラーシフトが改善されていることが分かった。さらに、図４Ｂから明らかなように、角度が±４０°以上の投射光（赤色光（Ｒ）と青色光（Ｂ））について色の反転がなかった。

比較例１に係るレンチキュラーレンズシートのゲインチャート（出射光量グラフ）及びカラーシフト曲線を、図４Ｃ及び図５Ｃにそれぞれ示した。図４Ｃから明らかなように、赤色光（Ｒ）の出光特性は、－２０°～－４０°が過多部分、＋２０°～＋４０°が不足部分となっており、青色光（Ｂ）の出光特性は、－２０°～－４０°が不足部分、＋２０°～＋４０°が過多部分となっていた。

請　求　の　範　囲

１．　映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートにおいて、

光入射側に配列された複数の入射レンズ要素と、

光出射側に配列された複数の出射レンズ要素とを備え、

前記各入射レンズ要素を通過した光は当該各入射レンズ要素に対応する各出射レンズ要素の凸頂点を通過するように集光され、

前記各出射レンズ要素のレンズ中央部に位置するレンズ全幅の１／２幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式（１）～（４）、すなわち、

$y = a \times b^{-x} - e$　（$-L/4 \leqq x \leqq 0$）　…（１）

$y = a \times b^{x} - e$　（$0 \leqq x \leqq L/4$）　…（２）

$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4}$　…（３）

$1.0 \times 10^{24} < b < 1.0 \times 10^{25}$　…（４）

の条件を満たす曲線で表され、

前記各出射レンズ要素のレンズ両側部に位置するレンズ全幅の１／４幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式（５）～（８）、すなわち、

$y = c \times d^{-x} - e$　（$-L/2 \leqq x \leqq -L/4$）　…（５）

$y = c \times d^{x} - e$　（$L/4 \leqq x \leqq L/2$）　…（６）

$3.0 \times 10^{-3} < c < 3.1 \times 10^{-3}$　…（７）

$2.7 \times 10^{9} < d < 4.0 \times 10^{9}$　…（８）

の条件を満たす曲線で表され、

上記数式（１）～（８）において、前記各出射レンズ要素のレンズ面形状はｘ及びｙの座標軸上の曲線で表され、ｘは出射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって出射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、ｙは観察者側から映像源への方向を正とする座標軸であって出射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、Ｌは出射レンズ要素の両端部間の幅であり、ａ、ｂ、ｃ及びｄは係数であり、ｅは当該曲線とｙ座標軸との切片であって出射レンズ要素の高さに関係する係数

であることを特徴とするレンチキュラーレンズシート。

２．　前記各入射レンズ要素は、そのレンズ面形状がレンズ全幅に亘って同一の条件を満たす曲線で表されることを特徴とする、請求項１に記載のレンチキュラーレンズシート。

３．　前記各入射レンズ要素のレンズ面形状は、以下の数式（１３）～（１６）、すなわち、

$y' = mx'^{4} + nx'^{2} + o$　（$-L'/2 \leqq x \leqq L'/2$）　…（１３）

$-5.5 \leqq m \leqq -10.7$　…（１４）

$-2.0 \leqq n \leqq -2.5$　…（１５）

$0.160 \leqq o \leqq 0.200$　…（１６）

の条件を満たす曲線で表され、

上記数式（１３）～（１６）において、前記各入射レンズ要素のレンズ面形状はｘ′及びｙ′の座標軸上の曲線で表され、ｘ′は入射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって入射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、ｙ′は観察者側から映像源への方向を正とする座標軸であって入射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、Ｌ′は入射レンズ要素の両端部間の幅であり、ｍ及びｎは係数であり、ｏは当該曲線とｙ′座標軸との切片であって入射レンズ要素の高さに関係する係数であることを特徴とする、請求項２に記載のレンチキュラーレンズシート。

４．　前記映像源は赤色、緑色及び青色用の３管式の投射管であることを特徴とする、請求項１に記載のレンチキュラーレンズシート。

５．　前記レンチキュラーレンズシートの出光特性のゲインチャートにおける赤色光のゲインG_Rと青色光のゲインG_Bとの割合（$20 \times \log_{10}(G_R/G_B)$）を縦軸にしたカラーシフト曲線において、角度±４５°以内で５．０ｄＢ以下のゲインとなることを特徴とする、請求項１に記載のレンチキュラーレンズシート。

６．　映像源から出射された光を背面側から観察者側へ向けて出射する背面投射型プロジェクションスクリーンに使用されるレンチキュラーレンズシートにおいて、

光入射側に配列された複数の入射レンズ要素と、

光出射側に配列された複数の出射レンズ要素とを備え、

前記各入射レンズ要素を通過した光は当該各入射レンズ要素に対応する各出射レンズ要素の凸頂点を通過するように集光され、

前記各出射レンズ要素のレンズ中央部に位置するレンズ全幅の１／２幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式（１）～（４）、すなわち

$y = a \times b^{-x} - e$　（$-L/4 \leqq x \leqq 0$）　…（１）

$y = a \times b^{x} - e$　（$0 \leqq x \leqq L/4$）　…（２）

$3.0 \times 10^{-4} < a < 3.8 \times 10^{-4}$　…（３）

$1.0 \times 10^{24} < b < 1.0 \times 10^{25}$　…（４）

の条件を満たす曲線で表され、

前記各出射レンズ要素のレンズ両側部に位置するレンズ全幅の１／４幅の領域のレンズ面形状が、以下の数式（９）～（１２）、すなわち、

$y = c \times d^{-x} - e$　（$-L/2 \leqq x \leqq -L/4$）　…（９）

$y = c \times d^{x} - e$　（$L/4 \leqq x \leqq L/2$）　…（１０）

$3.4 \times 10^{-3} < c < 3.5 \times 10^{-3}$　…（１１）

$1.3 \times 10^{9} < d < 2.0 \times 10^{9}$　…（１２）

の条件を満たす曲線で表され、

上記数式（１）～（４）及び（９）～（１２）において、前記各出射レンズ要素のレンズ面形状はｘ及びｙの座標軸上の曲線で表され、ｘは出射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって出射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、ｙは観察者側から映像源への方向を正とする座標軸であって出射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、Ｌは出射レンズ要素の両端部間の幅であり、ａ、ｂ、ｃ及びｂは係数であり、ｅは当該曲線とｙ座標軸との切片であって出射レンズ要素の高さに関係する係数であることを特徴とするレンチキュラーレンズシート。

７．　前記各入射レンズ要素は、そのレンズ面形状がレンズ全幅に亘って同一の条件を満たす曲線で表されることを特徴とする、請求項６に記載のレンチキュラーレンズシート。

８．　前記各入射レンズ要素のレンズ面形状は、以下の数式（１３）～（１

6）、すなわち、

$$y' = mx'^{4} + nx'^{2} + o \quad (-L'/2 \leqq x \leqq L'/2) \quad \cdots (13)$$

$$-5.5 \leqq m \leqq -10.7 \quad \cdots (14)$$

$$-2.0 \leqq n \leqq -2.5 \quad \cdots (15)$$

$$0.160 \leqq o \leqq 0.200 \quad \cdots (16)$$

の条件を満たす曲線で表され、

上記数式（１３）～（１６）において、前記各入射レンズ要素のレンズ面形状はｘ′及びｙ′の座標軸上の曲線で表され、ｘ′は入射レンズ要素の両端部を通過する座標軸であって入射レンズ要素の幅方向の座標軸を表し、ｙ′は観察者側から映像源への方向を正とする座標軸であって入射レンズ要素の凸頂点を通過する座標軸を表し、Ｌ′は入射レンズ要素の両端部間の幅であり、ｍ及びｎは係数であり、ｏは当該曲線とｙ′座標軸との切片であって入射レンズ要素の高さに関係する係数であることを特徴とする、請求項７に記載のレンチキュラーレンズシート。

９．　前記映像源は赤色、緑色及び青色用の３管式の投射管であることを特徴とする、請求項６に記載のレンチキュラーレンズシート。

１０．　前記レンチキュラーレンズシートの出光特性のゲインチャートにおける赤色光のゲインG_Rと青色光のゲインG_Bとの割合（$20 \times \log_{10}(G_R/G_B)$）を縦軸にしたカラーシフト曲線において、角度±４５°以内で５．０ｄＢ以下のゲインとなることを特徴とする、請求項６に記載のレンチキュラーレンズシート。

開　示　の　要　約

レンチキュラーレンズシート４は、光入射側に配列された複数の入射レンズ要素２１と、光出射側に配列された出射レンズ要素２２と有している。各入射レンズ要素２１を通過した光は当該各入射レンズ要素２１に対応する各出射レンズ要素２２の凸頂点を通過するように集光される。出射レンズ要素２２のレンズ中央部に位置するレンズ全幅Ｌの１／２幅（Ｌ／２）の領域Ｃにおけるレンズ面形状は以下の数式（１）～（４）の条件を満たす曲線で表され、出射レンズ要素２２のレンズ両側部に位置するレンズ全幅Ｌの１／４幅（Ｌ／４）の領域Ｓにおけるレンズ面形状は以下の数式（５）～（８）の条件を満たす曲線で表される。$y=a\times b^{-x}-e$（$-L/4\leqq x\leqq 0$）…（１）、$y=a\times b^{x}-e$（$0\leqq x\leqq L/4$）…（２）、$3.0\times10^{-4}<a<3.8\times10^{-4}$…（３）、$1.0\times10^{24}<b<1.0\times10^{25}$…（４）、$y=c\times d^{-x}-e$（$-L/2\leqq x\leqq -L/4$）…（５）、$y=c\times d^{x}-e$（$L/4\leqq x\leqq L/2$）…（６）、$3.0\times10^{-3}<c<3.1\times10^{-3}$…（７）、$2.7\times10^{9}<d<4.0\times10^{9}$…（８）。